

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2012)04-0199-07

## 马铃薯脱毒试管苗壮苗培养体系的优化

赵光磊<sup>1</sup>, 吴凌娟<sup>1</sup>, 张雅奎<sup>1</sup>, 李功义<sup>1</sup>, 徐学谱<sup>1</sup>, 梁杰<sup>1</sup>,  
刁琢<sup>1</sup>, 董传民<sup>1</sup>, 石立航<sup>1</sup>, 吕文河<sup>2\*</sup>

( 1. 黑龙江省大兴安岭地区农林科学院, 黑龙江 加格达奇 165000; 2. 东北农业大学, 黑龙江 哈尔滨 150030 )

**摘要:** 试验采用正交实验设计法, 研究了不同浓度的  $\alpha$ -萘乙酸(NAA)、比久(B<sub>9</sub>)、6-苄氨基腺嘌呤(6-BA)和大量元素组合对马铃薯品种费乌瑞它脱毒试管苗壮苗培养的影响, 以期对费乌瑞它脱毒试管苗壮苗培养优化培养体系的建立提供理论参考。结果表明: 在 4 个因素中对茎粗、根数、根长和单株干重影响大小依次为: 大量元素 > B<sub>9</sub> > NAA > 6-BA; 而对苗高、有效茎节数、活叶数和单株鲜重影响最大的为大量元素, 影响最小的为 NAA。新复极差法显著性测定结果显示, 除 4 个处理外, 其余处理与对照间有效茎节数、活叶数、茎粗、根长、根数、单株鲜重和干重差异均达到极显著水平。MS (100 mL/L 大量元素) + 0.03 mg/L NAA + 10 mg/L B<sub>9</sub> + 2% 白糖 + 0.6% 琼脂 培养基除根长外各性状的值均最大, 表明它是适合‘费乌瑞它’脱毒试管苗壮苗培养的最佳培养基。

**关键词:** 马铃薯; 试管苗; 正交设计; 费乌瑞它

## Optimizing for Vigorous Seedling Culture System for the Virus-free Tube Potato Plantlets

ZHAO Guanglei<sup>1</sup>, WU Lingjuan<sup>1</sup>, ZHANG Yakui<sup>1</sup>, LI Gongyi<sup>1</sup>, XU Xuepu<sup>1</sup>, LIANG Jie<sup>1</sup>,  
DIAO Zhuo<sup>1</sup>, DONG Chuanmin<sup>1</sup>, SHI Lihang<sup>1</sup>, LU Wenh<sup>2\*</sup>( 1. Daxinganling Academy of Agriculture and Forestry, Jiagedaqi, Heilongjiang 165000, China;  
2. Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China )

**Abstract:** Effects of the various combinations of NAA, B<sub>9</sub>, 6-BA and macro-element on the potato plantlets in vitro of cv. Favorita were studied by using the orthogonal experiment design in this research, which would provide a theoretical reference for the establishment of optimized culture system for strengthening plantlets in vitro. Effect order of the factors on stem diameter, root number, root length and plant dry weight was macro-element > B<sub>9</sub> > NAA > 6-BA. For plantlet height, node number, leaf number and fresh weight, macro-element was most influencing, while NAA least influencing. For node number, leaf number, stem diameter, root length, root number, and fresh and dry weight per plantlet in vitro, all treatments but four were highly significantly different from the control. The medium, MS + NAA 0.03 mg/L + B<sub>9</sub> 10 mg/L + white sugar 2% + agar 0.6%, except root length, gave the highest value, suggesting that this medium is most suitable for 'Favorita' to produce robust plantlets in vitro.

**Key Words:** potato plantlets in vitro, orthogonal design, Favorita

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)为茄科茄属一年生草本双子叶植物, 是重要的粮食蔬菜兼用作物<sup>[1]</sup>。20 世纪 50 年代, 随着马铃薯种薯“退化”现象的加

剧, 使得马铃薯茎尖组培脱毒技术应运而生<sup>[2]</sup>。马铃薯茎尖组培脱毒技术是生产优质原原种的关键技术之一, 是解决马铃薯种薯“退化”的有效途径, 是建

收稿日期: 2012-05-02

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项(Zhsyz-1); 农业部公益性行业科研专项(3-6-1-6)。

作者简介: 赵光磊(1984-), 男, 硕士, 主要从事马铃薯遗传育种研究。

\* 通信作者(Corresponding author): 吕文河, 教授, 博士生导师, 主要从事马铃薯遗传育种研究, E-mail: luwenhe@yahoo.com。

立马铃薯脱毒及种薯生产体系的关键环节, 因此, 该技术一经问世, 便得到了广泛应用。有关马铃薯茎尖组培脱毒技术方面的报道已有很多<sup>[3-4]</sup>, 但它们主要是从原理方面对其进行了介绍, 而未对脱毒试管苗的生产扩繁的影响因素进行研究。

脱毒试管苗的生产扩繁是马铃薯茎尖组培脱毒技术重要环节之一, 而对其进行的壮苗培育是决定生产优质脱毒种薯的关键, 因此, 对脱毒试管苗生产扩繁的研究显得极为重要。近年来, 已有很多学者对脱毒试管苗生长状况进行了研究<sup>[5-12]</sup>, 但这些研究大多是从碳源、光照、水质、培育方式和植物生产调节剂对脱毒试管苗生长状况的影响方面进行了研究。高军和张永成<sup>[13]</sup>也进行了 5 种植物生长调节剂对马铃薯脱毒试管苗生长的影响方面的研究。但是针对利用  $\alpha$ -萘乙酸(NAA)、比久(B<sub>9</sub>)、6-苄氨基腺嘌呤(6-BA)和大量元素组合对马铃薯品种费乌瑞它脱毒试管苗壮苗培育的影响方面还鲜见报道, 因此, 本文采用正交试验设计法, 对不同浓度的 NAA、B<sub>9</sub>、6-BA 和大量元素组合对‘费乌瑞它’脱毒试管苗壮苗培育的影响进行了研究, 旨在探索不同组合下脱毒试管苗壮苗生长规律, 建立‘费乌瑞它’扩繁壮苗的优化培养体系, 为诱导优质试管薯提供良好的物质基础, 同时可为完善马铃薯标准化生产体系和马铃薯脱毒种薯大规模工厂化生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为马铃薯品种‘费乌瑞它’的脱毒试管苗, 由黑龙江省大兴安岭地区农林科学院提供。植物生长调节物质 NAA、B<sub>9</sub> 和 6-BA 及其他药品均为上海生工生物工程公司产品。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 基础苗的培养

基础苗的培养于 2011 年 3 月在大兴安岭地区农林科学院实验室进行, 选取‘费乌瑞它’的脱毒试管苗, 在无菌条件下切成单节茎段, 繁殖培养基为: MS+20 g/L 蔗糖+0.6% 琼脂, pH 约 5.8, 培养温度为 25±2℃, 光照强度 2 000~2 500 lx, 光照 16 h/d。

#### 1.2.2 试验设计

本试验采用 MS(不含大量元素)+2%白糖+0.6%琼脂为基础培养基(作为对照), 研究添加不同 NAA、B<sub>9</sub>、6-BA 和大量元素的用量组合对试管苗壮苗培育

的影响。采用正交试验设计法, 以 NAA、B<sub>9</sub>、6-BA 和大量元素为 4 个因素, 每个因素设 4 个水平, 分别是: NAA(0、0.01、0.02 和 0.03 mg/L)、B<sub>9</sub>(0、1、5 和 10 mg/L)、6-BA(0、0.01、0.05 和 0.1 mg/L)和大量元素(0、50、100 和 200 mL/L)。由 L<sub>16</sub>(4<sup>5</sup>)正交表, 得到正交试验设计表(表 1)。

表 1 正交试验设计  
Table 1 Orthogonal experiment design

处理号 Treatment	NAA (mg/L)	B <sub>9</sub> (mg/L)	6-BA (mg/L)	大量元素(10x) (mL/L)Macroelement
1(CK)	0	0	0	0
2	0	1	0.01	50
3	0	5	0.05	100
4	0	10	0.10	200
5	0.01	0	0.01	100
6	0.01	1	0	200
7	0.01	5	0.10	0
8	0.01	10	0.05	50
9	0.02	0	0.05	200
10	0.02	1	0.10	100
11	0.02	5	0	50
12	0.02	10	0.01	0
13	0.03	0	0.10	50
14	0.03	1	0.05	0
15	0.03	5	0.01	200
16	0.03	10	0	100

#### 1.2.3 试验步骤与培养条件

选用同一批次、长势相同的基础苗, 在无菌条件下切成带有 1 个茎节、1 片叶片生长健壮的试管苗茎段作为外植体, 且统一取试管苗中部茎段作为接种材料, 腋芽朝上插在壮苗培养基上, 每瓶插 10 株, 每个处理做 10 瓶, 重复 3 次。将接有基础苗的瓶放于培养室, 培养条件为温度 25±2℃, 光照强度 2 000~2 500 lx, 光照 16 h/d。

### 1.3 调查项目与数据处理

取样调查于接种外植体 30 d 后进行, 每个处理随机抽取了 5 瓶试管苗测定苗高(cm)、活叶数(片/株)、茎粗(mm)、有效茎节数(节/株)、根数(条/株)、根长(cm)、鲜重(mg/株)和干重(mg/株), 试验设 3 次重复。试验数据由 Excel 和 SPSS17.0 软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对试管苗苗高和有效茎节数的影响

通过对苗高和有效茎节数的测定, 结果显示, 不同处理对试管苗苗高和有效茎节数的影响很大。方差分析结果见表 2, 可以看出, 4 个因素对苗高的效应均达到显著水平, 其中大量元素和 6-BA 对苗高和有效茎节数的效应均达到了极显著水平。在这 4 个因素中, 对苗高的影响大小依次为: 大量元素 >

$B_9 > 6-BA > NAA$ , 而对有效茎节数的影响大小依次为: 大量元素 > 6-BA >  $B_9 > NAA$ , 表明大量元素是影响试管苗苗高和有效茎节数的主要因素。经邓肯式新复极差法显著性测定结果(表 3) 显示, 除处理 4、8 和 15 外, 其余处理与对照间的苗高差异极显著; 除处理 7 外, 其余处理与对照间的有效茎节数差异极显著; 其中处理 16 的苗高和有效茎节数的值均最高, 表明适合株高生长和有效茎节数增加的最佳培养基为处理 16。

表 2 不同处理对试管苗苗高和有效茎节数影响的正交设计方差分析

Table 2 Analysis of variance for height and node of plantlets in vitro in an orthogonal design

变异来源 Variation source	DF	苗高 Plantlet height			有效茎节数 Node number		
		SS	MS	F	SS	MS	F
NAA	3	14.878	4.96	4.026*	1.395	0.46	1.066
$B_9$	3	39.600	13.20	10.715**	3.637	1.21	2.781
6-BA	3	38.281	12.76	10.358**	6.210	2.07	4.749**
大量元素 Macroelement	3	257.424	85.81	69.656**	183.213	61.07	140.085**
重复组 Repeating group	2	0.707	0.35	0.288	0.087	0.04	0.100

注: \*, \*\* 分别表示 0.05 和 0.01 显著水平, 下同。

Note: \*, \*\* stand for significance at 0.05 and 0.01 level of probability, respectively. The same below.

表 3 试管苗苗高和节间数平均数的多重比较

Table 3 Means separation for height and node of in vitro plantlets

处理 Treatment	苗高(cm) Plantlet height	差异显著性 Difference significant		处理 Treatment	节间数(No.) Node number	差异显著性 Difference significant	
		5%	1%			5%	1%
16	10.753	a	A	16	7.132	a	A
5	10.069	ab	AB	5	7.067	a	AB
2	9.134	bc	BC	11	7.052	a	AB
10	9.028	bcd	BC	8	6.489	ab	ABC
9	8.478	cd	C	9	6.250	bc	ABC
11	8.467	cd	CD	10	6.197	bc	BC
13	7.928	de	CD	13	6.106	bc	C
6	6.933	e	DE	6	5.744	cd	CD
3	5.658	f	EF	3	5.189	de	DE
15	5.367	fg	FG	15	4.990	e	DEF
8	4.508	gh	FG	2	4.810	ef	EF
4	4.417	gh	FG	4	4.224	f	F
1(CK)	3.894	h	GH	1(CK)	2.331	g	G
12	2.648	i	HI	7	1.969	g	G
14	2.075	i	I	14	1.056	h	H
7	1.967	i	I	12	1.034	h	H

注: 平均数后面具有相同小写字母的处理差异没有达到 0.05 的显著水平, 具有相同大写字母的处理差异没有达到 0.01 的显著水平, 新复极差法。下同。

Note: Means in each column followed by the same small letter are not different at 0.05 level and by the same capital letter are not different at 0.01 level of probability, respectively, using Duncan's Multiple Range Test. The same below.

### 2.2 不同处理对试管苗茎粗和活叶数的影响

从表 4 中可以看出, 4 个因素对活叶数的效应均达到极显著水平, 在这 4 个因素中, 对茎粗的影响最大的是大量元素; 大量元素、B<sub>9</sub> 和 NAA 对茎

粗的效应均达到极显著水平, 其中, 对活叶数的影响大小依次为: 大量元素 > 6-BA > B<sub>9</sub> > NAA, 这与对有效茎节数的影响大小次序相同, 结果表明, 大量元素是影响试管茎粗程度和活叶数的主导因素。

表 4 不同处理对试管苗活叶数和茎粗影响的正交设计方差分析

Table 4 Analysis of variance for leaf number and stem diameter of plantlets in vitro in a orthogonal design

变异来源 Variation source	DF	活叶数 Leaf number			茎粗 Stem diameter		
		SS	MS	F	SS	MS	F
NAA	3	5.191	1.73	4.626**	0.064	0.02	6.333**
B <sub>9</sub>	3	6.652	2.22	5.928**	0.073	0.02	7.220**
6-BA	3	9.106	3.04	8.115**	0.014	0.00	1.378
大量元素 Macroelement	3	193.357	64.45	172.320**	0.604	0.20	59.503**
重复组 Repeating group	2	12.343	0.37	0.185	0.112	0.00	0.251

从表 5 可以看出, 除处理 7、12 和 14 外, 其他处理的茎粗和活叶数值均高于对照, 其中处理 16 的茎粗和活叶数的值最大, 相比对照分别增加了 71.8% 和 144%。除处理 7、10、12 和 14 外, 其他处理与对照间的茎粗均呈极显著性差异; 各处理与对照间的活叶数均呈显著性差异。结果表

明, 不同处理对试管苗茎粗和活叶数的影响很大。

### 2.3 不同处理对试管苗根系生长的影响

从表 6 可以看出, 4 个因素对根长的效应均达到显著或极显著水平, 大量元素和 B<sub>9</sub> 对根数的效应达到极显著水平。对根系影响最大的因素是大量元素, 其次是 B<sub>9</sub>, 最后是 NAA 和 6-BA。

表 5 试管苗叶片数和茎粗平均数的多重比较

Table 5 Means separation for leaf number and stem diameter of in vitro plantlets

处理 Treatment	叶数(No.) Leaf number	差异显著性 Difference significant		处理 Treatment	茎粗(mm) Stem diameter	差异显著性 Difference significant	
		5%	1%			5%	1%
16	8.144	a	A	16	0.896	a	A
5	7.913	ab	A	13	0.868	ab	AB
11	7.678	abc	AB	4	0.840	abc	ABC
8	7.385	abcd	ABC	11	0.822	abc	ABCD
9	7.102	bcd	ABCD	9	0.808	bcd	ABCDE
10	7.089	bcd	ABCD	15	0.803	bcde	ABCDE
13	6.957	cde	ABCDE	8	0.788	bcde	ABCDE
6	6.578	def	BCDEF	5	0.781	cde	BCDE
3	6.142	efg	CDEF	3	0.773	cde	BCDE
15	5.998	fg	DEF	6	0.735	de	CDE
2	5.791	fg	EF	2	0.723	e	EF
4	5.355	g	F	10	0.615	f	FG
1(CK)	3.335	h	G	14	0.575	fg	GH
7	2.147	i	GH	12	0.543	fgh	GH
14	1.982	i	H	1(CK)	0.521	gh	GH
12	1.711	i	H	7	0.483	h	H

表 6 不同处理对试管苗根系生长影响的正交设计方差分析

Table 6 Analysis of variance for the growth of roots of plantlets in vitro in an orthogonal design

变异来源 Variation source	DF	根数 Root number			根长 Root length		
		SS	MS	F	SS	MS	F
NAA	3	6.889	2.296	2.052	2.333	0.778	5.589**
B <sub>9</sub>	3	22.602	7.534	6.732**	3.319	1.106	7.951**
6-BA	3	2.977	0.992	0.887	1.753	0.584	4.199*
大量元素 Macroelement	3	259.270	86.423	77.228**	19.503	6.501	46.716**
重复组 Repeating group	2	36.929	1.119	1.090	4.592	0.139	0.951

新复极差法测定结果(表 7)显示, 除处理 7 和 12 外, 其余处理与对照间的根数均呈显著差异, 且值均高于对照, 其中处理 16、11、9、6、15 和 4 值较对照增加 110%以上, 表明这些处理对根数的增加有促进作用; 除处理 7 和 14 外, 其余处理

与对照间的根长均呈极显著差异, 且值均高于对照, 其中处理 6、15、9、4 和处理 16 较对照分别增加 113%、108%、106%、95%和 92%, 表明这些处理有利于根系生长, 其中处理 6、15、9 和处理 4 对应的大量元素水平为 200 mL/L, 进一步证

表 7 试管苗根数和根长平均值的多重比较

Table 7 Means separation for root number and root length of in vitro plantlets

处理 Treatment	根数(No.) Root number	差异显著性 Difference significant		处理 Treatment	根长(cm) Root length	差异显著性 Difference significant	
		5%	1%			5%	1%
		16	2.932			a	A
11	2.844	ab	A	15	4.017	ab	AB
9	2.788	abc	A	9	3.983	ab	AB
6	2.700	abc	AB	4	3.761	abc	ABC
15	2.566	abcd	AB	16	3.706	abcd	ABCD
4	2.436	bcd	ABC	10	3.689	abcd	ABCDE
8	2.416	cd	ABC	8	3.600	bcd	ABCDEF
5	2.212	de	BCD	12	3.557	bcdf	ABCDEF
13	1.930	ef	CDE	5	3.392	cdfg	BCDEF
2	1.741	f	DE	13	3.383	cdfg	BCDEF
14	1.728	f	DE	2	3.219	dfg	CDEF
10	1.656	f	EF	11	3.067	fg	DEF
3	1.620	f	EFG	3	2.922	g	F
12	1.145	g	FG	1(CK)	1.931	h	H
1(CK)	1.138	g	FG	7	1.729	h	H
7	1.087	g	G	14	1.640	h	H

明大量元素对根长的影响很大。

#### 2.4 不同处理对试管苗生物量的影响

结果显示(表 8), 大量元素和 B<sub>9</sub> 对鲜重和干重的效应均达到差异显著或极显著水平; 对鲜重和干重影响最大的是大量元素, 其次是 B<sub>9</sub>, 而

NAA 和 6-BA 对其影响不显著。表 9 显示, 除处理 7、12 和 14 外, 其余处理与对照间鲜重和干重均呈极显著差异, 其中处理 16 的值最大。表明处理 16 是最适宜试管苗生物量增加的培养基配方组合。

表 8 不同处理对试管苗生物量的影响正交设计方差分析

Table 8 Analysis of variance for the biomass of plantlets in vitro in an orthogonal design

变异来源 Variation source	DF	鲜重 Fresh weight			干重 Dry weight		
		SS	MS	F	SS	MS	F
NAA	3	835.27	278.42	1.156	6.89	2.30	2.052
B <sub>9</sub>	3	2929.84	976.61	4.056*	22.60	7.53	6.732**
6-BA	3	1875.91	625.30	2.597	2.98	0.99	0.887
大量元素 Macroelement	3	62157.66	20719.22	86.051**	259.27	86.42	77.228**
重复组 Repeating group	2	7945.65	240.78	0.909	36.93	1.12	0.591

表 9 试管苗鲜重和干重平均值的多重比较

Table 9 Means separation for fresh weight and dry weigh of in vitro plantlets

处理 Treatment	鲜重(mg) Fresh weight	差异显著性 Difference significant		处理 Treatment	干重(mg) Dry weigh	差异显著性 Difference significant	
		5%	1%			5%	1%
16	129.1	a	A	16	7.968	a	A
13	128.4	a	AB	9	7.905	a	A
11	123.1	ab	ABC	13	7.822	a	AB
5	117.1	abc	ABC	3	7.811	a	AB
9	110.0	abc	ABCD	5	7.440	ab	ABC
3	100.1	bcd	ABCD	6	7.023	abc	ABCD
8	99.6	cd	ABCD	11	6.489	bcd	ABCD
6	97.6	cd	BCD	15	6.392	bcd	BCD
2	96.8	cd	CD	8	6.325	bcd	BCD
4	84.8	d	D	4	6.305	cd	CD
10	82.9	d	D	2	5.793	d	D
15	79.6	d	D	10	5.644	d	D
1(CK)	27.5	e	E	1(CK)	2.179	e	E
7	23.2	e	E	7	1.750	e	E
12	20.8	e	E	12	1.603	e	E
14	18.8	e	E	14	1.329	e	E

### 3 讨论

本研究结果表明, 在 4 个因素中, 对苗高和单株鲜重影响大小依次为: 大量元素 > B<sub>9</sub> > 6-BA > NAA; 对有效茎节数和活叶数影响大小依次为: 大量元素 > 6-BA > B<sub>9</sub> > NAA; 对茎粗、根数、根长和单株干重影响大小依次为: 大量元素 > B<sub>9</sub> > NAA > 6-BA。新复极差法显著性测定结果显示, 除处理 7、12、14、3 和 10 外, 其余处理与对照间有效茎节数、活叶数、茎粗、根长、根粗、单株鲜重和干重差异均达到极显著水平; 不同处理下试管苗各性状差异很大, 在所有处理中, 处理 6 的根长最长, 而处理 16 中其余性状的值最大, 表明适合根生长的最佳培养基为处理 6, 即: MS(200 mL/L 大

量元素)+ 0.01 mg/L NAA + 1 mg/L B<sub>9</sub> + 2% 白糖 + 0.6%琼脂; 而综合分析表明, 最优处理为处理 16, 即适合‘费乌瑞它’脱毒试管苗壮苗的最佳培养基为: MS(100 mL/L 大量元素) + 0.03 mg/L NAA + 10 mg/L B<sub>9</sub> + 2% 白糖 + 0.6%琼脂。

到目前为止, 有关植物激素对马铃薯试管苗生长的影响方面的报道很多, 如毛羽<sup>[14]</sup>认为高浓度的 IBA 对壮苗有抑制作用, 但 IBA 浓度为零时, 苗长势弱, 6-BA 在壮苗配方中起的作用不是太大; 浓度为 5 mg/L 的生长延缓剂 B<sub>9</sub> 可促进马铃薯试管苗缩短节间, 增加茎粗, 使植株生长更健壮。李凤云和韩丽颖<sup>[15]</sup>的研究表明, 在 MS 培养基中加入适量浓度的 NAA 有利于马铃薯品种早大白试管苗根的伸长和茎的增粗; 崔翠等<sup>[16]</sup>认为, B<sub>9</sub> 浓度为 5 mg/L 时对

脱毒试管苗的苗重和株高伸长有促进作用。这些结果与本试验结果相一致, 即培养基中加入适量浓度的NAA和 $B_9$ 对试管苗的生产具有促进作用, 6-BA在壮苗配方中起的作用不是太大。但是, 也有报道与本试验结果不尽相同, 如李玉梅等<sup>[17]</sup>认为,  $B_9$ 对根数和叶数无影响。由于马铃薯品种和激素配比不同, 加之培养方式的差异, 所以不同学者的研究结果会有一定的差异, 因此, 有关植物激素对马铃薯试管苗生长的影响方面的研究还需进一步的探讨。

马铃薯苗在试管培养条件下, 常出现生长细、弱和叶嫩黄, 培养时间稍长就易产生烂梢及移栽成活率低等现象。加入适量的生长调节剂可以获得较好的效果, 既达到快繁, 又培养大量可供移栽的试管壮苗的目的<sup>[18]</sup>。前人的研究表明, NAA、 $B_9$ 和6-BA是马铃薯试管苗扩繁生长有效的外源调节物质<sup>[19-20]</sup>, 其中, NAA可促进细胞伸长生长和细胞分裂, 6-BA是组织培养中常见的细胞分裂素, 可促进细胞分裂和扩大, 同时能使茎增粗<sup>[20]</sup>; 而 $B_9$ 是一种植物生长延缓剂, 可防止试管苗徒长在离体培养中起壮苗生根的作用, 许端祥等<sup>[21]</sup>也认为,  $B_9$ 使用浓度与茎粗之间成正比例递增关系, 表现为矮化壮苗。因此, 本试验选择这3种激素进行试管苗的壮苗试验是有必要的。

金顺福等<sup>[22]</sup>进行了培育健壮马铃薯试管苗的试验, 结果表明, MS中大量元素加倍可使试管苗生长茁壮、浓绿, 加速干物质累积, 使继代培养周期从3~4周缩短为2~3周。而刘志文等<sup>[23]</sup>则认为, 1/2 MS是较优的快繁培养基; 同时黄萍等<sup>[24]</sup>认为, 2 MS与MS培养基培养的试管苗生长差异并不显著; 因此本试验选择大量元素作为其中的一个影响因子进行研究, 以便阐明在试管苗快繁中大量元素的最适用量。本试验结果表明, 大量元素是对各性状影响最大的因素, 当大量元素加倍, 即浓度为200 mL/L时的处理是处理4、6、9和15, 而这4个处理的根长均比其他处理的值大, 且与对照间差异极显著, 表明大量元素加倍有利于根的伸长。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 罗源, 陈耀锋, 李春莲, 等. 马铃薯茎段愈伤组织培养体系的优化[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, 35(10): 159-162.
- [ 2 ] 齐恩芳, 王一航, 张武, 等. 马铃薯茎尖脱毒培养方法优化研究[J]. 中国马铃薯, 2007, 21(4): 200-203.
- [ 3 ] 毛玮, 王英, 金建钧, 等. 马铃薯茎尖脱毒技术体系的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(33): 16257-16260.
- [ 4 ] 张辅达, 孙宪昀. 马铃薯茎尖培养脱毒研究进展[J]. 中国马铃薯, 2004, 18(1): 35-38.
- [ 5 ] 赵文魁, 王惠群, 田梅, 等. MS培养基不同碳源和矮壮素浓度对马铃薯试管苗农艺性状的影响[J]. 现代生物医学进展, 2007, 7(8): 1147-1150.
- [ 6 ] 唐洪明, 王林萍, 李文刚, 等. 内蒙古西部区马铃薯脱毒种薯快速繁育的研究[J]. 马铃薯杂志, 1997, 11(2): 65-72.
- [ 7 ] 孙书伟. MS有机成分和光照时数对脱毒马铃薯快繁的影响[J]. 辽东学院学报(自然科学版)2008, 15(4): 189-190.
- [ 8 ] 仲乃琴, 王一航, 齐恩芳. 碳源浓度对不同光源培养的马铃薯脱毒试管苗生长的影响[J]. 中国马铃薯, 2000, 14(2): 73-75.
- [ 9 ] 祁彦丰, 王萃莲. 用三种不同水质配制培养基对马铃薯脱毒试管苗的影响[J]. 中国马铃薯, 2000, 14(3): 173.
- [ 10 ] 齐恩芳, 仲乃琴, 王一航. 不同培养方式和成分对马铃薯脱毒试管苗生长的影响[J]. 中国马铃薯, 2000, 14(1): 18-19.
- [ 11 ] Miller P R. The use of plant growth regulation in micro propagation of slow growing potato cultivars [J]. Potato Research, 1985, 28(2): 479-486.
- [ 12 ] 刘小凤, 吴云锋. 不同浓度NAA和KT对马铃薯组培苗的影响及方程模型[J]. 西北农业学报, 2005, 14(6): 106-108.
- [ 13 ] 高军, 张永成. 几种植物生长调节剂对马铃薯脱毒试管苗生长的影响[J]. 种子, 2008, 27(5): 77-79.
- [ 14 ] 毛羽. 马铃薯壮苗培养基筛选及磷营养对试管薯的影响研究[D]. 成都: 四川农业大学, 2004.
- [ 15 ] 李风云, 韩丽颖. 外源激素对马铃薯脱毒试管苗微繁的影响[J]. 中国马铃薯, 2002, 16(4): 214-216.
- [ 16 ] 崔翠, 王季春, 何凤发, 等. 不同MS和 $B_9$ 浓度对马铃薯脱毒试管苗生长的研究[J]. 西南农业大学学报, 2001, 23(5): 414-417.
- [ 17 ] 李玉梅, 马强, 李玲.  $B_9$ 对脱毒马铃薯试管苗的影响[J]. 西北园艺, 2003, (1): 7-8.
- [ 18 ] 李灿辉, 王军, 管朝旭. 离体培养条件下植物生长物质对马铃薯块茎形成的影响[J]. 马铃薯杂志, 1998, 12(2): 67-73.
- [ 19 ] 王小菁, 李玲. 植物生长调节剂在植物组织培养中的应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 42-47.
- [ 20 ] Acram T, Prakash K, Prakash L. Plant growth regulators. In vitro plant breeding [M]. US: Food Products Press, 2001: 129-131.
- [ 21 ] 许端祥, 陈文辉, 陈庚.  $B_9$ 对马铃薯试管苗培养的效应研究初报[J]. 福建农业科学, 2004(6): 19.
- [ 22 ] 金顺福, 姜成模, 崔哲官, 等. 培育健壮马铃薯试管苗试验[J]. 马铃薯杂志, 1995, 9(3): 139-143.
- [ 23 ] 刘志文, 陈阳, 侯英敏. 不同培养基和培养条件对脱毒马铃薯快繁生长的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(24): 179-182.
- [ 24 ] 黄萍, 颜谦, 何庆才, 等. 培养基成分改变对马铃薯试管苗生长的影响[J]. 种子, 2005, 14(4): 58-59.